

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-225497

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 P 7/06

識別記号

F I

H 0 2 P 7/06

K

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平10-24490

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月5日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 山本 宗法

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 喜福 隆之

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 和田 俊一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

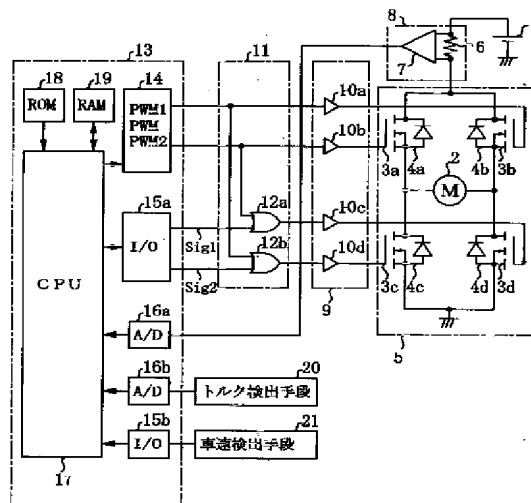
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 モータの回転方向が反転するときのモータ電流の制御性を改善し、電動パワーステアリングに応用した場合には操舵フィーリングを改善する。

【解決手段】 ブリッジ回路(5)に負荷として接続されたモータ(2)の電流を検出するモータ電流検出手段(8)と、モータ電流検出値及びモータ電流目標値から電流フィードバック制御を行い、ブリッジ回路のスイッチング素子(3a~3d)を駆動するデューティ比を演算し、スイッチング素子を駆動するスイッチング素子駆動手段(9、11、13)とを備え、スイッチング素子駆動デューティ比が第1の所定値(D1)以下であれば、スイッチング素子を駆動する駆動方式をモータ電流を電源に回生するブリッジ回路駆動方式とする、即ちスイッチング損失は大きいが生電流の制御性の良い駆動方式例えば単相両側チョッパ方式または二相両側チョッパ方式に切り換えてモータを駆動する。



- 1: 車載バッテリー(直流電源)
- 2: モータ
- 3a~3d: スwitching素子
- 4a~4d: フライホイールダイオード
- 5: ブリッジ回路
- 8: モータ電流検出手段
- 9: スwitching素子駆動回路
- 11: 駆動方式切替手段
- 12a~12d: ORゲート
- 13: 制御手段

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】ブリッジ回路に負荷として接続されたモータの電流を検出するモータ電流検出手段と、モータ電流検出値及びモータ電流目標値から電流フィードバック制御を行い、上記ブリッジ回路のスイッチング素子を駆動するデューティ比を演算し、上記スイッチング素子を駆動するスイッチング素子駆動手段とを備え、スイッチング素子駆動デューティ比が第1の所定値以下であれば、上記スイッチング素子を駆動する駆動方式をモータ電流を電源に回生するブリッジ回路駆動方式とすることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項2】上記ブリッジ回路駆動方式は回生電流の制御性の異なる複数の駆動方式からなり、モータ電流を制御しているときに、上記スイッチング素子駆動デューティ比が第1の所定値以下であれば、回生電流の制御性のよい方の駆動方式へ切り換えることを特徴とする請求項1に記載のモータ制御装置。

【請求項3】上記複数の駆動方式として単相片側チョップ方式と単相両側チョップ方式を用いることを特徴とする請求項2に記載のモータ制御装置。

【請求項4】上記複数の駆動方式として単相片側チョップ方式と二相両側チョップ方式を用いることを特徴とする請求項2に記載のモータ制御装置。

【請求項5】上記単相片側チョップ方式は、ブリッジ回路が4組のスイッチング素子から構成され、通流方向の一对のスイッチング素子の一方をパルス幅変調された信号により駆動し、当該一对の他方のスイッチング素子を継続してオン駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子をオフする駆動方式であることを特徴とする請求項3または4に記載のモータ制御装置。

【請求項6】上記単相両側チョップ方式は、ブリッジ回路が4組のスイッチング素子から構成され、通流方向の一对のスイッチング素子をパルス幅変調された駆動信号により駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子をオフする駆動方式であることを特徴とする請求項3に記載のモータ制御装置。

【請求項7】上記二相両側チョップ方式は、ブリッジ回路が4組のスイッチング素子から構成され、通流方向の一对のスイッチング素子をパルス幅変調された駆動信号により駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子を上記駆動信号を反転させた信号により駆動する駆動方式であることを特徴とする請求項4に記載のモータ制御装置。

【請求項8】上記モータ電流の変化度が第2の所定値以上ならば、上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項9】上記スイッチング素子駆動デューティ比の変化度が第3の所定値以上ならば、上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えることを特徴とする請求項1～7の

いずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項10】上記モータ電流の偏差の変化度が第3の所定値以上ならば、上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項11】ブリッジ回路駆動方式切り換え条件が所定時間継続した時に、上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えることを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項12】ブリッジ回路駆動方式切り換え条件成立後、所定時間のみ上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項13】ブリッジ回路駆動方式切り換え後、上記スイッチング素子駆動デューティ比が第4の所定値以上となるまで当該駆動方式でのモータ制御を継続させることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項14】上記ブリッジ回路駆動方式は、三相ブリッジ回路駆動方式であることを特徴とする請求項1または2に記載のモータ制御装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、モータ制御装置に関し、特にモータをパルス幅変調(PWM)された信号に基づいて駆動(以下、PWM駆動と記す)するモータ制御装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】通常、モータをブリッジ回路で駆動する方式には、所望の通流方向の一对のスイッチング素子の一方をパルス幅変調された信号により駆動し、当該一对の他方のスイッチング素子を継続してオン駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子をオフする単相片側チョップ方式と、通流方向の一对のスイッチング素子をパルス幅変調された信号により駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子をオフする単相両側チョップ方式と、通流方向の一对のスイッチング素子をパルス幅変調された信号により駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子を先の一对の駆動信号を反転させた信号により駆動する二相両側チョップ方式の3種類が知られている。また、この3種類のブリッジ回路駆動方式を、例えば特開平8-336293号公報に示されているように、モータ電流目標値によって切り換えていた。

【0003】次に、各ブリッジ回路駆動方式の特徴について説明する。図19は、単相片側チョップ方式でモータを駆動したときの車載バッテリー1、電流検出抵抗6、スイッチング素子3a、モータ2およびスイッチング素子3dの通流経路を通る実線で表した力行電流Ia、モータ2、スイッチング素子3dおよびフライホイールダイオード4cの通流経路を通る破線で表した回生電流I

bの関係を示すものである。図の通流経路から、回生電流I<sub>b</sub>は、モータの電氣的時定数で減衰することがわかる。

【0004】図20は、単相両側チョッパ方式及び二相両側チョッパ方式でモータを駆動したときの車載バッテリー1、電流検出抵抗6、スイッチング素子3a、モータ2およびスイッチング素子3dの通流経路を通る実線で表した力行電流I<sub>c</sub>、モータ2、フライホイールダイオード4b、電流検出抵抗6、車載バッテリー1およびフライホイールダイオード4cの通流経路を通る破線で表した回生電流I<sub>d</sub>の関係を示すものである。図の通流経路から、回生電流I<sub>d</sub>は電源に回生され、即座に減衰することがわかる。つまり、単相両側チョッパ方式または二相両側チョッパ方式は、単相片側チョッパ方式と比べて、回生電流の制御性がよいという特徴がある。その一方で、スイッチングする素子数が多いほどスイッチング損失が増加するため、発熱は二相両側チョッパ、単相両側チョッパ、単相片側チョッパの順に大きい。

【0005】上記のモータ制御装置において、単相片側チョッパ方式を用いて、急激にモータを反転させるような制御を行うと、モータの逆起電圧と印可電圧の方向が一致し、図21に示すように、モータ電流にオーバシュートを生じていた。モータの逆起電圧は、モータの回転速度に比例するものであり、モータへの通電方向を反転させてから、モータの慣性モーメントによる遅れを伴って回転方向が反転するまでの間は、印加電圧と逆起電圧が同一方向となる。このため、モータの回転方向を反転させるときには、モータに過大な電圧が印加され、モータ電流にオーバシュートを生じる。この問題を解決するために、従来の装置では、例えば特開平3-99979号公報に示されるように、モータに過電流が流れていると判定した時に回生電流の制御性のよい駆動方式に切り換えて、モータ電流の過電流を抑制していた(図22参照)。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、モータ電流をフィードバック制御する場合には、元来フィードバック作用によって過電流が抑えられる。そのため、上記従来装置ではブリッジ回路駆動方式が切り換わらず、モータに過電流は流れないものの、モータ電流にオーバシュートを生じたり、電流制御がハンチングすることでモータ電流が振動的となり、トルクの変動や異音を生じるといった問題点があった。また、モータ電流目標値が小さい場合には、モータ電流が過電流判定閾値を越えないことがあり、過電流に至らないオーバシュートを防止できないという問題点があった。

【0007】この発明は、上述のような問題点を解決するためになされたものであり、モータ電流の過電流を未然に防止するとともに、モータ電流のオーバシュートやハンチングをも確実に抑制することができるモータ制御

装置を得ることを目的とする。また、モータ電流をフィードバック制御する場合でも上述の防止、抑制効果が得られるモータ制御装置を得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係るモータ制御装置は、ブリッジ回路に負荷として接続されたモータの電流を検出するモータ電流検出手段と、モータ電流検出値及びモータ電流目標値から電流フィードバック制御を行い、上記ブリッジ回路のスイッチング素子を駆動するデューティ比を演算し、上記スイッチング素子を駆動するスイッチング素子駆動手段とを備え、スイッチング素子駆動デューティ比が第1の所定値以下であれば、上記スイッチング素子を駆動する駆動方式をモータ電流を電源に回生するブリッジ回路駆動方式とするものである。

【0009】請求項2の発明に係るモータ制御装置は、請求項1の発明において、上記ブリッジ回路駆動方式が回生電流の制御性の異なる複数の駆動方式からなり、モータ電流を制御しているときに、上記スイッチング素子駆動デューティ比が第1の所定値以下であれば、回生電流の制御性のよい方の駆動方式へ切り換えるものである。

【0010】請求項3の発明に係るモータ制御装置は、請求項2の発明において、上記複数の駆動方式として単相片側チョッパ方式と単相両側チョッパ方式を用いるものである。

【0011】請求項4の発明に係るモータ制御装置は、請求項2の発明において、上記複数の駆動方式として単相片側チョッパ方式と二相両側チョッパ方式を用いるものである。

【0012】請求項5の発明に係るモータ制御装置は、請求項3または4の発明において、上記単相片側チョッパ方式が、ブリッジ回路が4組のスイッチング素子から構成され、通流方向の一对のスイッチング素子の一方をパルス幅変調された信号により駆動し、当該一对の他方のスイッチング素子を継続してオン駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子をオフする駆動方式であるものである。

【0013】請求項6の発明に係るモータ制御装置は、請求項3の発明において、上記単相両側チョッパ方式が、ブリッジ回路が4組のスイッチング素子から構成され、通流方向の一对のスイッチング素子をパルス幅変調された駆動信号により駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子をオフする駆動方式であるものである。

【0014】請求項7の発明に係るモータ制御装置は、請求項4の発明において、上記二相両側チョッパ方式が、ブリッジ回路が4組のスイッチング素子から構成され、通流方向の一对のスイッチング素子をパルス幅変調された駆動信号により駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子を上記駆動信号を反転させた信号により

駆動する駆動方式であるものである。

【0015】請求項8の発明に係るモータ制御装置は、請求項1～7のいずれかの発明において、上記モータ電流の変化度が第2の所定値以上ならば、上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えるものである。

【0016】請求項9の発明に係るモータ制御装置は、請求項1～7のいずれかの発明において、上記スイッチング素子駆動デューティ比の変化度が第3の所定値以上ならば、上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えるものである。

【0017】請求項10の発明に係るモータ制御装置は、請求項1～7のいずれかの発明において、上記モータ電流の偏差の変化度が第3の所定値以上ならば、上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えるものである。

【0018】請求項11の発明に係るモータ制御装置は、請求項1～10のいずれかの発明において、ブリッジ回路駆動方式切り換え条件が所定時間継続した時に、上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えるものである。

【0019】請求項12の発明に係るモータ制御装置は、請求項1～11のいずれかの発明において、ブリッジ回路駆動方式切り換え条件成立後、所定時間のみ上記ブリッジ回路駆動方式を切り換えるものである。

【0020】請求項13の発明に係るモータ制御装置は、請求項1～11のいずれかの発明において、ブリッジ回路駆動方式切り換え後、上記スイッチング素子駆動デューティ比が第4の所定値以上となるまで当該駆動方式でのモータ制御を継続させるものである。

【0021】請求項14の発明に係るモータ制御装置は、請求項1または2の発明において、上記ブリッジ回路駆動方式が、三相ブリッジ回路駆動方式であるものである。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施の形態を図を参照して説明する。

実施の形態1. 図1は、ブリッジ回路駆動方式を单相両側チョップ方式または単相片側チョップ方式に切り換えて、モータを制御するモータ制御装置を車両のステアリングに適用した場合の一例を示す構成図である。図1において、1は直流電源としての車載バッテリー、2はブリッジ回路に負荷として接続されたモータ、3a～3dはスイッチング素子、4a～4dはスイッチング素子3a～3dに逆並列に接続されたフライホイールダイオード、5はスイッチング素子3a～3dによって構成されたブリッジ回路である。

【0023】8はモータ電流を検出するモータ電流検出手段であり、これは直流電源1とブリッジ回路5の間に接続された電流検出抵抗6と増幅器7から構成されている。9はスイッチング素子3a～3dを駆動するスイッチング素子駆動回路であり、これはスイッチング素子ドライバ10a～10dから構成されている。11は駆動

方式切換手段であり、これは駆動方式切換信号Sig1、Sig2によりブリッジ回路5のスイッチング素子3a～3dの駆動方式を切り換えるもので、ORゲート12a、12bから構成されている。

【0024】13は制御手段であり、これはスイッチング素子3a～3dを駆動するPWM信号PWM1、PWM2を出力するためのPWM変調器14、駆動方式切換信号Sig1、Sig2を出力するための入出力ポート15a、車速検出手段21により検出された車速信号を入力するための入出力ポート15b、モータ電流検出手段8により検出されたモータ電流検出値をアナログ/デジタル変換するA/D変換器16a、トルク検出手段20により検出されたステアリングの操舵トルク検出値をA/D変換するA/D変換器16b、車速検出手段21からの車速信号、モータ電流検出手段8からのモータ電流検出値、トルク検出手段20からの操舵トルク検出値などの各検出値に基づいて、プログラムなどを保持しているROM18およびデータなどを一時的に保持するRAM19を用い、予め設定された処理を行うマイクロコンピュータ(CPU)17から構成されている。なお、構成要素9、11、13はスイッチング素子駆動手段を構成する。

【0025】次に、実施の形態1の動作について、図2に示すフローチャートに従って説明する。本プログラムは、一定時間毎に呼び出されるものとする。まず、ステップS1で、操舵トルク検出値Ts、車速Vs、モータ電流検出値Isを読み込む。次に、ステップS2で、操舵トルク検出値Tsと車速Vsから、例えば、図3に示すような操舵トルクと車速Vsから演算されるモータ電流目標値Itを演算する。次に、ステップS3で、例えば、特開平8-336293号公報に示されるように、モータ電流目標値Itをもとにブリッジ回路駆動方式を設定する。次に、ステップS4で、設定されたブリッジ回路駆動方式が単相片側チョップ方式でなければ、ステップS7に進んで、モータ電流目標値Itとモータ電流検出値Isの偏差に基づいて、モータ電流をフィードバック制御し、デューティ比Dt(n)を求める。

【0026】次に、ステップS9に進み、通電極性に依じてステップS11～S13でブリッジ回路5を单相両側チョップ駆動する。すなわち、モータ電流目標値Itの通流方向が右ならばステップS11に進んで、右方向に通流させるように制御手段13の出力信号を図5に示すように設定する。モータ電流目標値Itが0ならばステップS12に進んで、スイッチング素子を全オフさせるように制御手段13の出力信号を図6に示すように設定する。通流方向が左ならば、ステップS13に進んで、左方向に通流させるように制御手段13の出力信号を図7に示すように設定する。

【0027】図4は、ステップS4～S6によってモータ電流のオーバershootを防止した場合の動作波形であ

る。同図に示すように、モータを反転させる場合には、逆起電圧と印可電圧の方向が一致し、電機子抵抗に過大な電圧が印可され、単相片側チョップ方式では十分制御できずに、モータ電流がオーバシュートする。そのとき、後述のステップS8による電流フィードバック制御が作用し、モータ駆動デューティ比が0に近い値となる。

【0028】そこで、ステップS4でスイッチング素子の駆動方式を調べ、単相片側チョップ方式ならばステップS5に進む。ステップS5でモータの駆動デューティ比を調べ、現時点でのデューティ比 $D_t(n)$ が第1の所定値 $D_1$ 以下ならば回生電流の制御性のよい単相両側チョップ方式に駆動方式を切り換える。これにより、図4に示すように、モータ電流のオーバシュートを抑制する。次のステップS7以降は、上記で説明したものと全く同じ動作であり、説明を省略する。

【0029】一方、現時点でのスイッチング素子駆動デューティ比 $D_t(n)$ が所定値 $D_1$ より大きければ、ステップS5からステップS8に進んで、スイッチング素子駆動デューティ比 $D_t(n)$ をステップS7と同様に演算する。次に、ステップS10に進み、通電極性に応じてステップS14～S16でブリッジ回路5を単相片側チョップ駆動する。すなわち、モータ電流目標値 $I_t$ の通流方向が右ならば、ステップS14に進んで、右方向に通流させるように制御手段13の出力信号を図8に示すように設定する。モータ電流目標値 $I_t$ が0ならば、ステップS15に進んでスイッチング素子を全オフさせるように、制御手段13の出力信号を図6に示すように設定する。通流方向が左ならば、ステップS16に進んで、左方向に通流させるように制御手段13の出力信号を図9に示すように設定する。

【0030】以上の通り、この実施の形態によれば、モータ電流フィードバック制御の作用で変化するスイッチング素子駆動デューティ比に応じて、ブリッジ回路駆動方式を強制的に回生電流の制御性の悪い単相片側チョップ方式から回生電流の制御性のよい単相両側チョップ方式に切り換えることで、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができる。

【0031】実施の形態2. 上記実施の形態1は、ブリッジ回路駆動方式を単相片側チョップ方式から単相両側チョップ方式に切り換えるものについて述べたが、本実施の形態では、ブリッジ回路駆動方式切り換え時に、単相片側チョップ方式から二相両側チョップ方式に切り換えるものについて説明する。本実施の形態における制御装置の構成を図10に示す。図1の駆動方式切換手段11の構成に対して駆動方式切換手段11AをANDゲート12c、12dとNOTゲート12e、12fで構成する以外は全く同じである。

【0032】図11は本実施の形態を説明するフローチャートであり、実施の形態1のフローチャートにおける

単相両側チョップ方式でスイッチング素子を駆動するステップS11、S12、S13を、二相両側チョップ方式で駆動するステップS17、S18、S19に置き換えたものである。ここで、ステップS17では、制御手段13の出力信号を図12に示すように設定し、ステップS18では、制御手段13の出力信号を図13に示すように設定し、ステップS19では図14に示すように設定し、スイッチング素子を二相両側チョップ方式で駆動する。

【0033】以上の通り、この実施の形態2によれば、ブリッジ回路駆動方式を回生電流の制御性の悪い単相片側チョップ方式から、回生電流の制御性のよい二相両側チョップ方式に切り換えても、実施の形態1と同等の効果を奏する。

【0034】なお、実施の形態1、2では、回生電流の制御性の良いブリッジ回路駆動方式として、単相両側チョップ方式と、二相両側チョップ方式を用いた例を示したが、モータ電流を電源に回生するブリッジ回路駆動方式であればどのような駆動方式でも同様の効果を奏する。

【0035】また、実施の形態1、2では、DCブラシモータを単相ブリッジ回路で駆動する例を示したが、例えばDCブラシレスモータを三相ブリッジ回路で駆動する場合にも適用できることは言うまでもない。

【0036】実施の形態3. 本実施の形態では、モータ電流の変化度が第2の所定値以上であれば、モータ電流がオーバシュートする可能性があるかと判断して駆動方式を切り換える例を示す。本実施の形態におけるモータ制御装置の構成は、実施の形態1に示した構成と全く同じである。

【0037】次に、本実施の形態の動作について、図15に示すフローチャートに従って説明する。本プログラムも、一定時間毎に呼び出されるものとする。まず、ステップS1からS3まで順に実施の形態1と同様に実行する。次に、ステップS4で、設定されたブリッジ回路駆動方式が単相片側チョップ方式ではないと判断した場合には、ステップS7に進み、単相両側チョップ方式でブリッジ回路5を駆動する。ステップS7以降は、実施の形態1と全く同じなので説明を省略する。

【0038】一方、ステップS4で、設定されたブリッジ回路駆動方式が単相片側チョップ方式と判断した場合には、ステップS20に進み、モータ電流検出値の変化度、すなわち、前回演算時のモータ電流目標値 $I_s(n-1)$ と今回演算時のモータ電流目標値 $I_s(n)$ の差を調べる。モータ電流の変化度が大きい場合には、モータ電流にオーバシュートを生じ、回生電流の制御性が悪いブリッジ回路駆動方式では整定時間が長くなる可能性が高い。また、上述の実施の形態による方法で、モータ電流のハンチングを抑制できなかった場合には、モータ電流が正常時にはあり得ない速度で変動していると考え

られる。そこで、 $|I_s(n) - I_s(n-1)|$  が第2の所定値 $I_1$ 以上である場合には、ブリッジ回路駆動方式を单相両側チョップ方式に切り換える。次のステップS7以降は、実施の形態1と全く同じなので説明を省略する。

【0039】また、ステップS20で、上述の条件を満たさないと判断した場合には、ステップS8に進み、单相片側チョップ方式でブリッジ回路5を駆動する。ステップS8以降は、実施の形態1と全く同じなので説明を省略する。

【0040】以上の通り、この実施の形態3によれば、モータ電流の変化度が第2の所定値以上の場合には、モータ電流がオーバシュートする可能性が高いと判断し、事前にブリッジ回路駆動方式を回生電流の制御性のよい单相両側チョップ方式に切り換える。これにより、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができる。

【0041】実施の形態4. 本実施の形態では、モータ駆動デューティ比の変化度が第3の所定値以上であれば、モータ電流の偏差が急変しており、モータ電流がオーバシュートする可能性があるとして駆動方式を切り換える例を示す。本実施の形態における装置の構成は、実施の形態1に示す構成と全く同じである。

【0042】本実施の形態の動作について、図16に示すフローチャートに従って説明する。本プログラムも、一定時間毎に呼び出されるものとする。まず、ステップS1からS3まで順に実施の形態1と同様に実行する。次に、ステップS4で、設定されたブリッジ回路駆動方式が单相片側チョップ方式でなければ、ステップS7に進み、单相両側チョップ方式でブリッジ回路5を駆動する。ステップS7以降は、実施の形態1と全く同じため説明を省略する。

【0043】一方、ステップS4で、設定されたブリッジ回路駆動方式が单相片側チョップ方式ならば、ステップS8に進み、ステップS7と同様にスイッチング素子駆動デューティ比 $D_t(n)$ を演算する。次に、ステップS21に進み、モータ駆動デューティ比の変化度を調べる。モータ電流をフィードバック制御した結果、デューティ比が急激に減少している場合には、上述の実施の形態1と同様に、モータ電流がオーバシュートする可能性が高いと考えられる。そこで、モータの駆動デューティ比の変化度が大きいときに回生電流の制御性が良い駆動方式に切り換えれば、より早期にオーバシュートを防ぐことができる。

【0044】しかるに、ステップS8で演算したデューティ比 $D_t(n)$ と前回演算時のデューティ比 $D_t(n-1)$ の差の絶対値が第3の所定値 $D_2$ 以上であれば、ステップS22に進み、ブリッジ回路駆動方式を单相両側チョップ方式に切り換える。ステップS22では、ブリッジ回路駆動方式によって、同じモータ電流を流す場

合でもデューティ比が異なるため、モータ電流が著しく変動しないように、例えば特開平8-336293号公報に示される方式で、デューティ比の変換を行う。ステップS9以降は、実施の形態1と全く同じなので説明を省略する。

【0045】一方、ステップS21で、上述の条件を満たさない場合には、ステップS10に進み、单相片側チョップ方式でブリッジ回路5を駆動する。ステップS10以降は、実施の形態1の場合と全く同じなので説明を省略する。

【0046】以上の通り、この実施の形態4によれば、モータ電流フィードバック制御の作用で変化するモータ駆動デューティ比の変化度が第3の所定値より大きければ、モータ電流がオーバシュートする可能性が高いと判断し、事前にブリッジ回路駆動方式を回生電流の制御性のよい单相両側チョップ方式に切り換える。これにより、より早期にモータ電流のオーバシュートやハンチングを防ぐことができる。

【0047】なお、電流フィードバック制御の結果求められたモータ駆動デューティ比は、モータ電流の偏差に所定のゲインを乗じた結果、ないしはその積算値である。したがって、モータ電流の偏差の変化度が第3の所定値以上の場合に駆動方式を切り換えても同様の効果を奏する。

【0048】実施の形態5. 上記実施の形態1から4では、ブリッジ回路駆動方式切り換え条件が成立したときに、ブリッジ回路駆動方式を切り換えていたが、モータ電流検出値の検出ノイズが大きい場合に、切り換え条件を誤判定しないように、駆動方式切り換え条件が所定時間継続した時に駆動方式を切り換えてもよい。なお、本実施の形態は、上記実施の形態2~4のいずれにも適用できるが、ここでは、上記実施の形態1に適用した場合について説明する。

【0049】本実施の形態の動作について、図17に示すフローチャートに従って説明する。本プログラムも、一定時間毎に呼び出されるものとする。まず、ステップS1からステップS3まで順に実施の形態1と同様に実行する。次に、ステップS3で設定されたブリッジ回路駆動方式が单相片側チョップ方式でなければ、ステップS4からステップS7に進む。ステップS7以降は、実施の形態1と全く同じなので説明を省略する。

【0050】一方、ステップS3で設定されたブリッジ回路駆動方式が单相片側チョップ方式ならば、ステップS4からステップS5に進み、ステップS5、S23、S24、S25、S30で、モータ駆動デューティ比が第1の所定値以下となる時間を計測し、ブリッジ回路駆動方式を切り換える。ステップS5で、現時点のデューティ比 $D_t(n)$ が所定値 $D_1$ 以上ならば、ステップS30でタイマIをクリアし、ステップS8に進む。ステップS8以降は、実施の形態1の場合と全く同じなので

説明を省略する。

【0051】一方、ステップS5で、現時点のデューティ比が所定値D1より小さければ、ステップS23で、タイマIをカウントアップする。次に、ステップS24で、タイマIが所定値T1以下ならば、ステップS8に進む。ステップS8以降は、実施の形態1の場合と全く同じなので説明を省略する。一方、ステップS24で、タイマIが所定値T1より大きければ、ステップS25で、タイマIにT1を代入してクリップするとともに、ブリッジ回路駆動方式を单相両側チョップ方式に切り換えるべく、ステップS7に進む。ステップS7以降は、実施の形態1の場合と全く同じなので説明を省略する。

【0052】以上の通り、この実施の形態5によれば、ブリッジ回路駆動方式切り換え条件が所定時間継続したときに、ブリッジ回路駆動方式を回生電流のよい駆動方式に切り換えるので、モータ電流検出値のノイズ等の影響による駆動方式切り換えの誤判定を防止することができる。

【0053】実施の形態6. 上記実施の形態1から5において、ブリッジ回路駆動方式切り換え条件成立後、所定時間のみ回生電流の制御性のよいブリッジ回路駆動方式に切り換えてもよい。なお、本実施の形態は、上記実施の形態2～5のいずれにも適用できるが、ここでは上記実施の形態1に適用した場合を示す。

【0054】本実施の形態の動作について、図18に示すフローチャートに従って説明する。本プログラムも、一定時間毎に呼び出されるものとする。まず、ステップS1からステップS3まで順に実施の形態1と同様に実行する。次に、ステップS4、S26、S27、S28で、モータ駆動デューティ比D<sub>t</sub>が所定値D1以下となつてからの時間を計測する。まずステップS4で、ブリッジ回路駆動方式が单相片側チョップ方式でなければ、ステップS28に進み、タイマIIをカウントアップする。一方、ブリッジ回路駆動方式が单相片側チョップ方式ならば、ステップS26に進み、現時点のスイッチング素子駆動デューティ比をD<sub>t</sub>(n)を調べる。D<sub>t</sub>(n)が所定値D1以下ならば、ステップS27で、タイマIIをクリアする。D<sub>t</sub>(n)がD1より大きければ、ステップS28に進み、タイマIIをカウントアップする。

【0055】ステップ29では、上述の通り計測されたタイマIIに基づいて、モータの駆動方式を決定する。すなわち、ステップS29で、タイマIIが所定値T2以下であれば、ステップS7に進み、ステップS3で決定された駆動方式と関係なく单相両側チョップ方式でモータ2を駆動する。タイマIIが所定値T2よりも大きければ、ステップS31でタイマIIにT2を代入してクリップするとともにステップS32に進み、ステップS3で決定された駆動方式に応じてステップS7もしくはステップS8に進む。以下、他の実施の形態と同様に单相両

側チョップ方式または单相片側チョップ方式でモータ2を駆動する。なお、タイマIIは、CPU17がパワーオンリセットされたときにT2に初期化されており、初回はステップS3で決定された駆動方式に従うものとする。

【0056】以上の通り、この実施の形態6によれば、ブリッジ回路駆動方式切り換え条件成立後、所定時間のみ回生電流の制御性のよいブリッジ回路駆動方式に切り換えることで、実施の形態1～5のモータ制御装置と比べて、モータ制御性やスイッチング素子の発熱にほとんど影響を与えることなしに、モータ電流のオーバシュートを抑制することができる。また、駆動方式の切り換えがハンチングし、電流の制御性が悪化することを抑制できる。

【0057】実施の形態7. 上記実施の形態6では、ステップS3での駆動方式に関わらず回生電流の制御性が良い駆動方式とする場合の継続時間を、所定時間T2以下に制限していたが、モータ駆動デューティ比が第4の所定値D3以上となるまで継続させてもよい。なお、上記実施の形態6では発熱を抑えることができるものの、モータ逆起電圧とモータ印加電圧の方向が一致し、モータ電流がオーバシュートしやすい状態が長時間継続するような場合には周期的に回生電流の制御性が悪いブリッジ回路駆動方式に戻る可能性がある。本実施の形態ではそのような問題を防止することができる。

【0058】また、上記実施の形態1、2では、モータ駆動デューティ比が所定値D1以上となるとブリッジ回路駆動方式が单相片側チョップ方式に戻ってしまうため、駆動方式の切り換えがハンチングする可能性がある。本実施の形態においてD3>D1として、切り換え判定閾値にヒステリシスを設ければ、そのような問題を回避できる。もちろん、上記実施の形態3、4で示した変化度による切り換え方式においても同様に、変化度が第4の所定値以下となるまでブリッジ回路駆動方式の切り換えを継続させてもよい。以上、示した実施の形態1～7のいずれか複数を同時に実施すれば、さらに性能を向上できることはいうまでもない。

【0059】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、ブリッジ回路に負荷として接続されたモータの電流を検出するモータ電流検出手段と、モータ電流検出値及びモータ電流目標値から電流フィードバック制御を行い、ブリッジ回路のスイッチング素子を駆動するデューティ比を演算し、スイッチング素子を駆動するスイッチング素子駆動手段とを備え、スイッチング素子駆動デューティ比が第1の所定値以下であれば、スイッチング素子を駆動する駆動方式をモータ電流を電源に回生するブリッジ回路駆動方式とするので、モータ電流の過電流を未然に防止するとともに、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができる。特に、例えば電動パワーステアリング

に適用した場合には操舵フィーリングを改善することができるという効果がある。

【0060】請求項2の発明によれば、ブリッジ回路駆動方式は回生電流の制御性の異なる複数の駆動方式からなり、モータ電流を制御しているときに、スイッチング素子駆動デューティ比が第1の所定値以下であれば、回生電流の制御性のよい方の駆動方式へ切り換えるので、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができるという効果がある。

【0061】請求項3の発明によれば、複数の駆動方式として単相片側チョップ方式と単相両側チョップ方式を用いるので、回生電流の制御性のよい方の駆動方式即ち単相両側チョップ方式への切り換えが可能であり、以て、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができるという効果がある。

【0062】請求項4の発明によれば、複数の駆動方式として単相片側チョップ方式と二相両側チョップ方式を用いるので、回生電流の制御性のよい方の駆動方式即ち二相両側チョップ方式への切り換えが可能であり、以て、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができるという効果がある。

【0063】請求項5の発明によれば、単相片側チョップ方式が、ブリッジ回路が4組のスイッチング素子から構成され、通流方向の一对のスイッチング素子の一方をパルス幅変調された信号により駆動し、当該一对の他方のスイッチング素子を継続してオン駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子をオフする駆動方式であるので、スイッチング素子の発熱を低く抑えることができるという効果がある。

【0064】請求項6の発明によれば、単相両側チョップ方式が、ブリッジ回路が4組のスイッチング素子から構成され、通流方向の一对のスイッチング素子をパルス幅変調された駆動信号により駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子をオフする駆動方式であるので、良好な回生電流の制御性が得られるという効果がある。

【0065】請求項7の発明によれば、二相両側チョップ方式が、ブリッジ回路が4組のスイッチング素子から構成され、通流方向の一对のスイッチング素子をパルス幅変調された駆動信号により駆動し、通流方向でない一对のスイッチング素子を駆動信号を反転させた信号により駆動する駆動方式であるので、良好な回生電流の制御性が得られるという効果がある。

【0066】請求項8の発明によれば、モータ電流の変化度が第2の所定値以上ならば、ブリッジ回路駆動方式を切り換えるので、このブリッジ回路駆動方式を単相片側チョップ方式から回生電流の制御性のよい単相両側チョップ方式または二相両側チョップ方式に切り換えることが可能であり、以て、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができるという効果がある。

【0067】請求項9の発明によれば、スイッチング素

子駆動デューティ比の変化度が第3の所定値以上ならば、ブリッジ回路駆動方式を切り換えるので、ブリッジ回路駆動方式を単相片側チョップ方式から、回生電流の制御性のよい単相両側チョップ方式または二相両側チョップ方式に切り換えることが可能であり、以て、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができるという効果がある。

【0068】請求項10の発明によれば、モータ電流の偏差の変化度が第3の所定値以上ならば、ブリッジ回路駆動方式を切り換えるので、ブリッジ回路駆動方式を単相片側チョップ方式から、回生電流の制御性のよい単相両側チョップ方式または二相両側チョップ方式に切り換えることが可能であり、以て、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができるという効果がある。

【0069】請求項11の発明によれば、ブリッジ回路駆動方式切り換え条件が所定時間継続した時に、ブリッジ回路駆動方式を切り換えるので、モータ電流検出値のノイズ等の影響によるブリッジ回路駆動方式切り換え条件の誤判定を防止することができるという効果がある。

【0070】請求項12の発明によれば、ブリッジ回路駆動方式切り換え条件成立後、所定時間のみブリッジ回路駆動方式を切り換えるので、切り換わったブリッジ回路駆動方式によるスイッチング素子の発熱の増加をほとんど無視することができ、また、ブリッジ回路駆動方式の切り換えがハンチングして、電流の制御性が悪化することを抑制することができるという効果がある。

【0071】請求項13の発明によれば、ブリッジ回路駆動方式切り換え後、スイッチング素子駆動デューティ比が第4の所定値以上となるまで当該駆動方式でのモータ制御を継続させるので、ブリッジ回路駆動方式の切り換えがハンチングして電流の制御性が悪化することを抑制することができるという効果がある。

【0072】請求項14の発明によれば、ブリッジ回路駆動方式が、三相ブリッジ回路駆動方式であるので、単相ブリッジ回路駆動方式と同様にモータ電流の過電流を未然に防止するとともに、モータ電流のオーバシュートやハンチングを抑制することができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示す構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態1の動作を説明するためのフローチャートである。

【図3】 この発明の実施の形態1のモータ電流目標値を定める特性図である。

【図4】 この発明の実施の形態1でモータの過電流を抑制した場合を示す図である。

【図5】 単相両側チョップ方式で右方向通電時のスイッチング素子駆動波形を示す図である。



【図6】 単相片側または単相両側チョッパ方式で、目標電流が0の場合のスイッチング素子駆動波形を示す図である。

【図7】 単相両側チョッパ方式で左方向通電時のスイッチング素子駆動波形を示す図である。

【図8】 単相片側チョッパ方式で右方向通電時のスイッチング素子駆動波形を示す図である。

【図9】 単相片側チョッパ方式で左方向通電時のスイッチング素子駆動波形を示す図である。

【図10】 この発明の実施の形態2を示す構成図である。

【図11】 この発明の実施の形態2の動作を説明するためのフローチャートである。

【図12】 二相両側チョッパ方式で右方向通電時のスイッチング素子駆動波形を示す図である。

【図13】 二相両側チョッパ方式で右方向通電時のスイッチング素子駆動波形を示す図である。

【図14】 二相両側チョッパ方式で目標電流が0の場合のスイッチング素子駆動波形を示す図である。

【図15】 この発明の実施の形態3の動作を説明するためのフローチャートである。

【図16】 この発明の実施の形態4の動作を説明するためのフローチャートである。

【図17】 この発明の実施の形態5の動作を説明するためのフローチャートである。

【図18】 この発明の実施の形態6の動作を説明するためのフローチャートである。

【図19】 単相片側チョッパ方式によるモータ電流経路を説明するための図である。

【図20】 単相両側チョッパ方式によるモータ電流経路を説明するための図である。

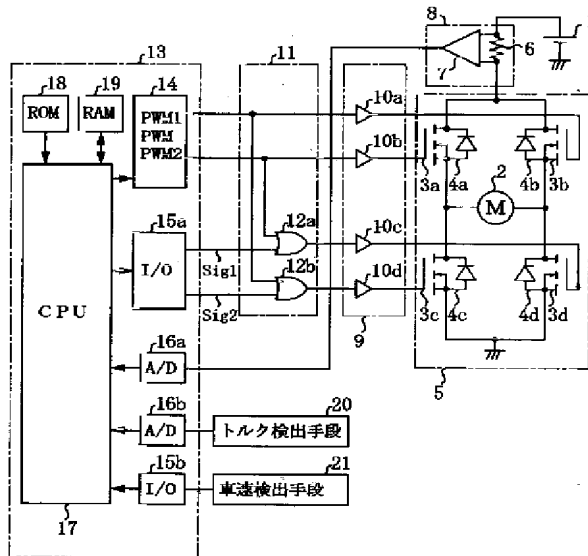
【図21】 単相片側チョッパ方式でモータに過電流が流れた場合を示す図である。

【図22】 従来装置でモータの過電流を抑制した場合を示す図である。

【符号の説明】

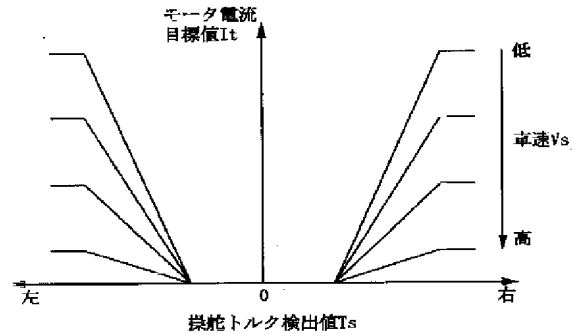
1 車載バッテリー、2 モータ、3a～3d スwitchング素子、5 ブリッジ回路、8 モータ電流検出手段、9 スwitchング素子駆動回路、11、11A 駆動方式切換手段、13 制御手段、20 トルク検出手段、21 車速検出手段。

【図1】

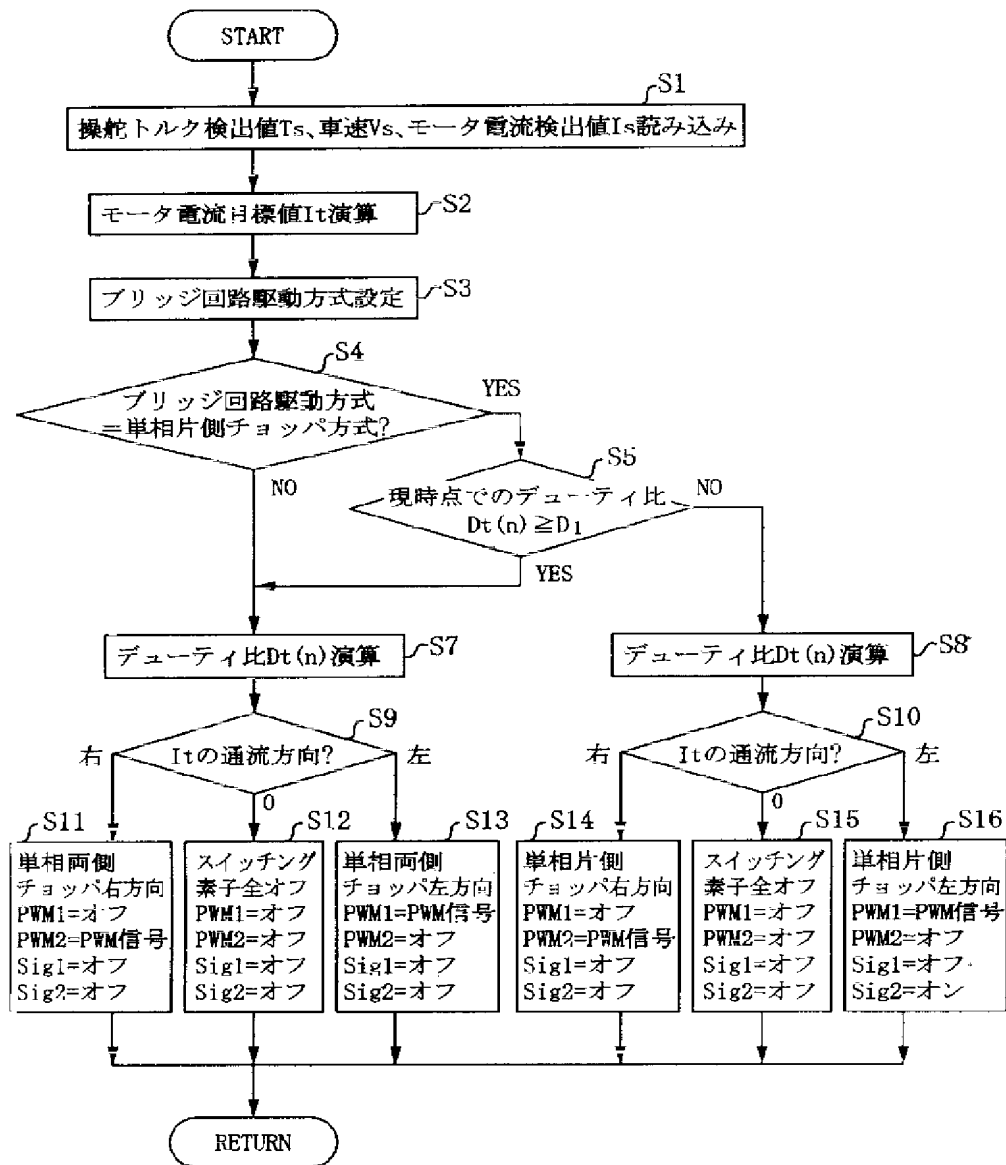


- 1: 車載バッテリー (直流電源)
- 2: モータ
- 3a～3d: スwitchング素子
- 4a～4d: フライホイールダイオード
- 5: ブリッジ回路
- 8: モータ電流検出手段
- 9: スwitchング素子駆動回路
- 11: 駆動方式切換手段
- 12a～12d: ORゲート
- 13: 制御手段

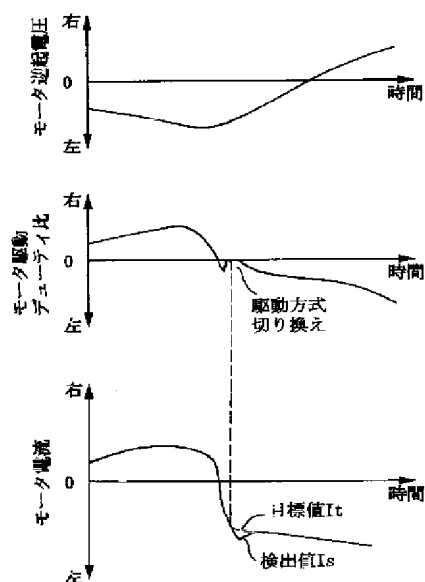
【図3】



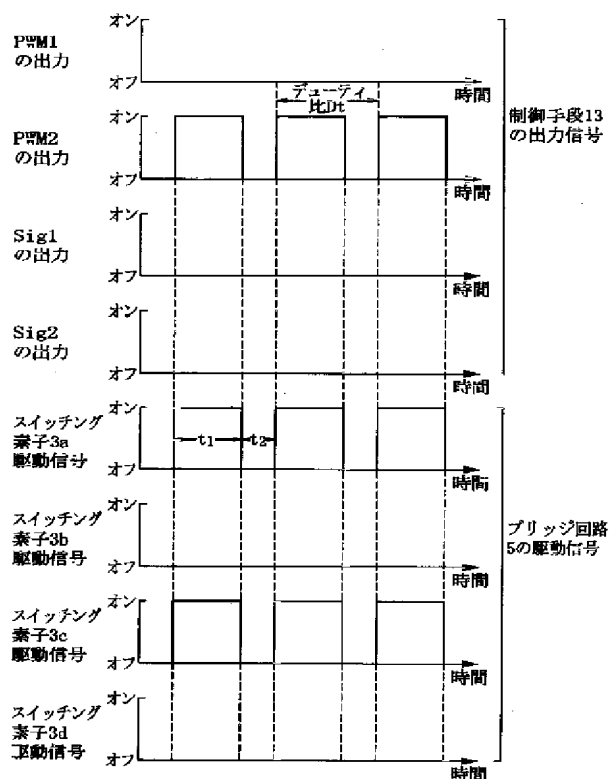
【図2】



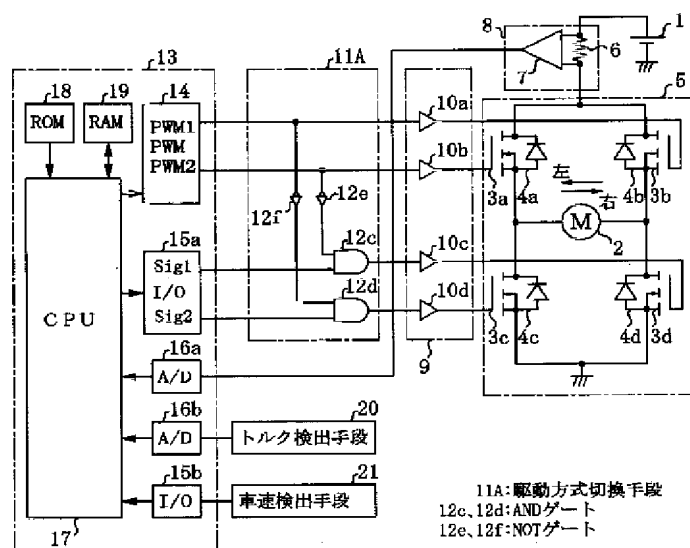
【図4】



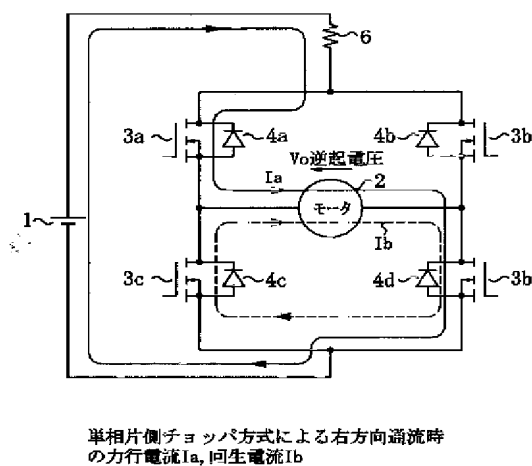
【図5】



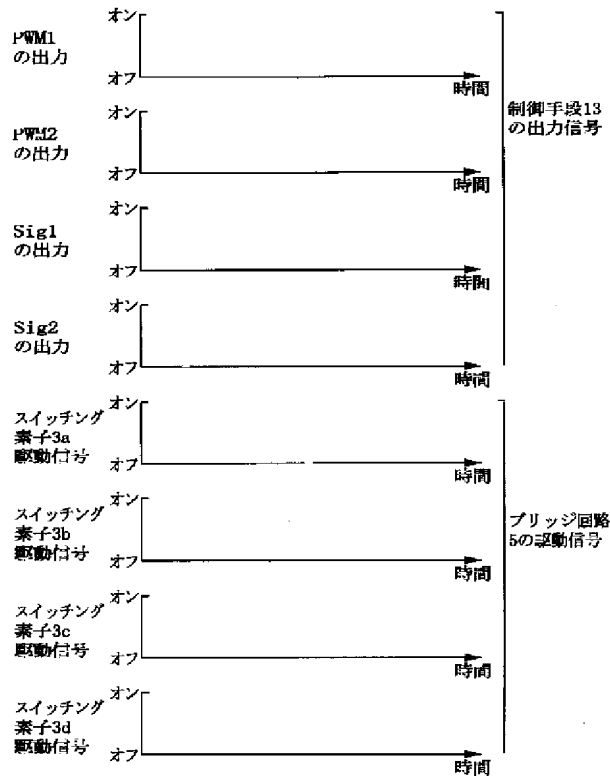
【図10】



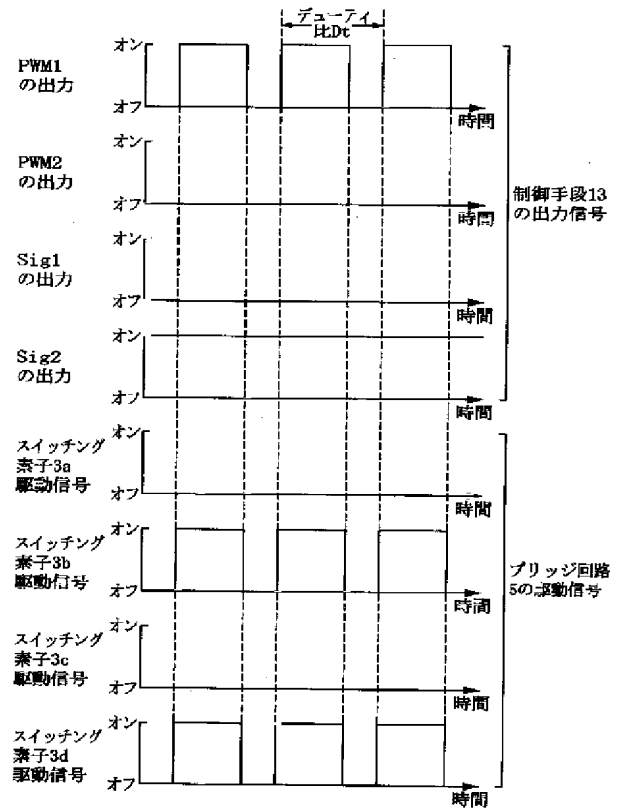
【図19】



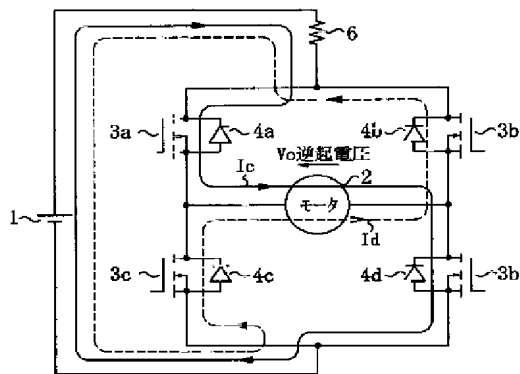
【図6】



【図7】

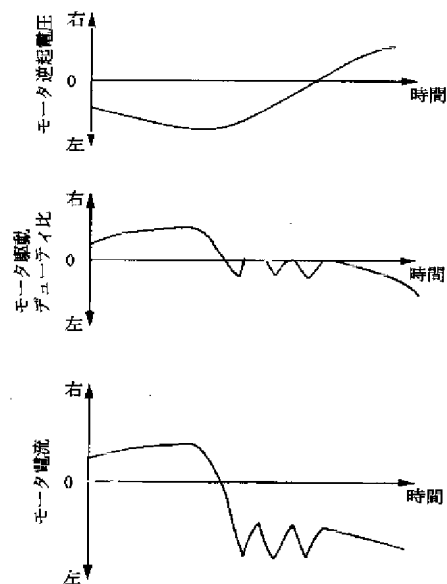


【図20】

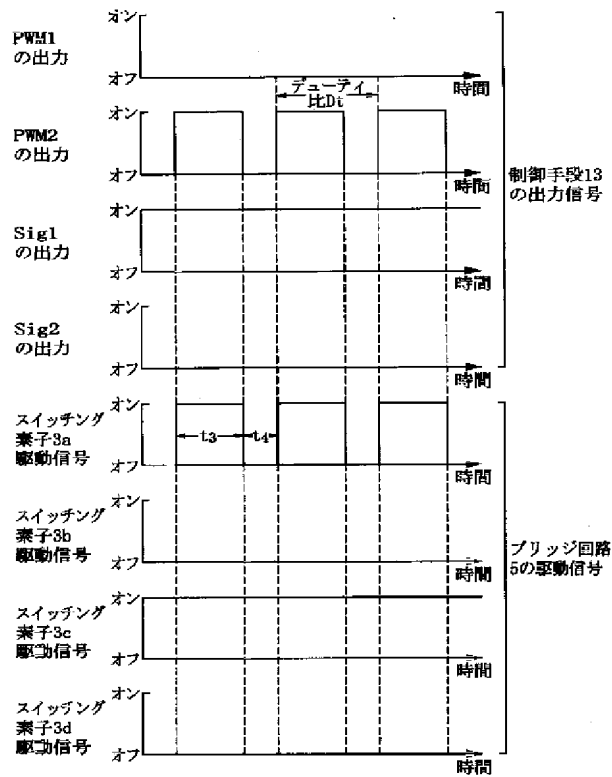


単相両側チョップ方式または二相両側チョップ方式  
による右方向通流時の力行電流 $I_a$ , 回生電流 $I_b$

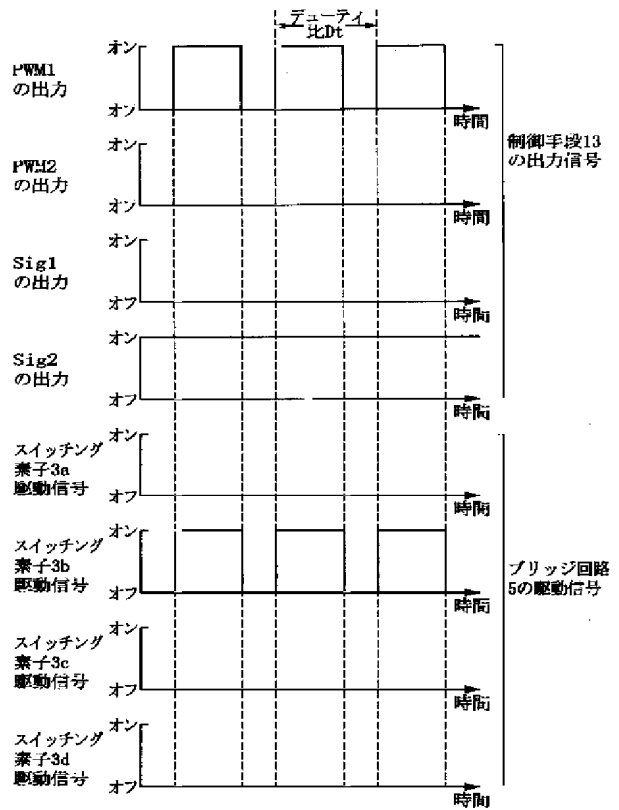
【図21】



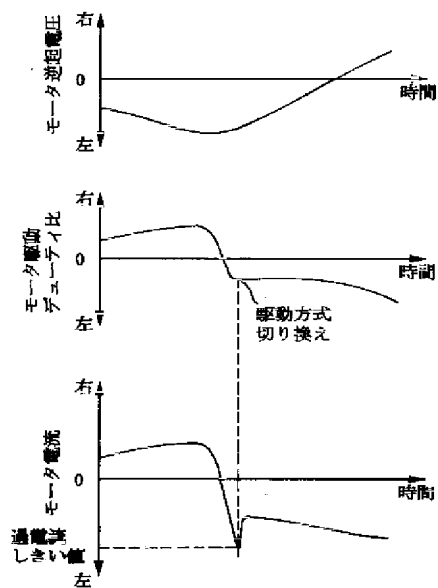
【図8】



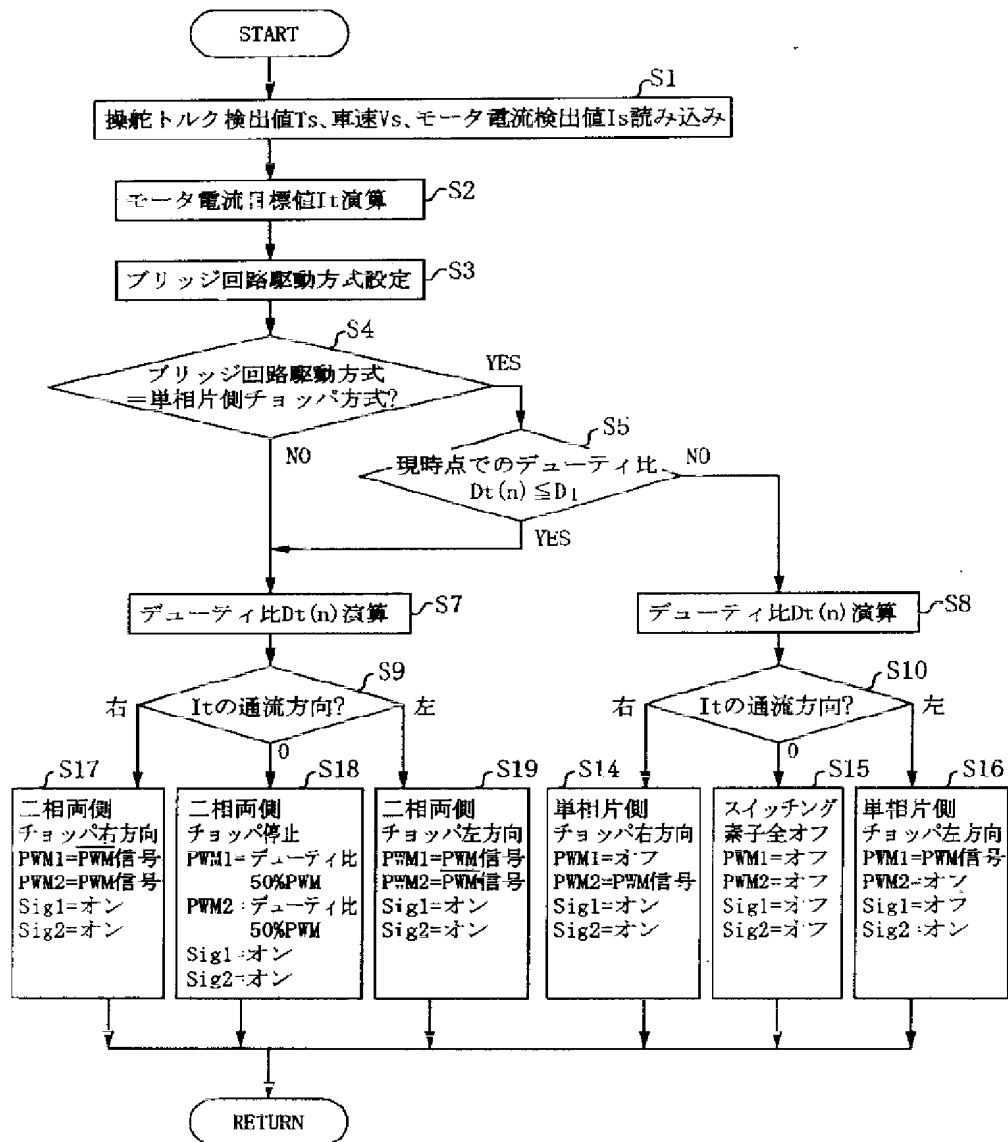
【図9】



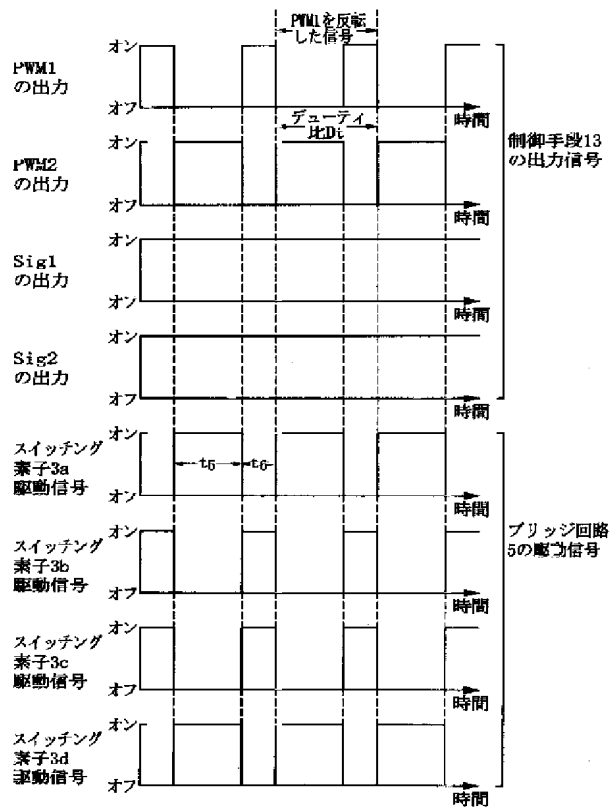
【図22】



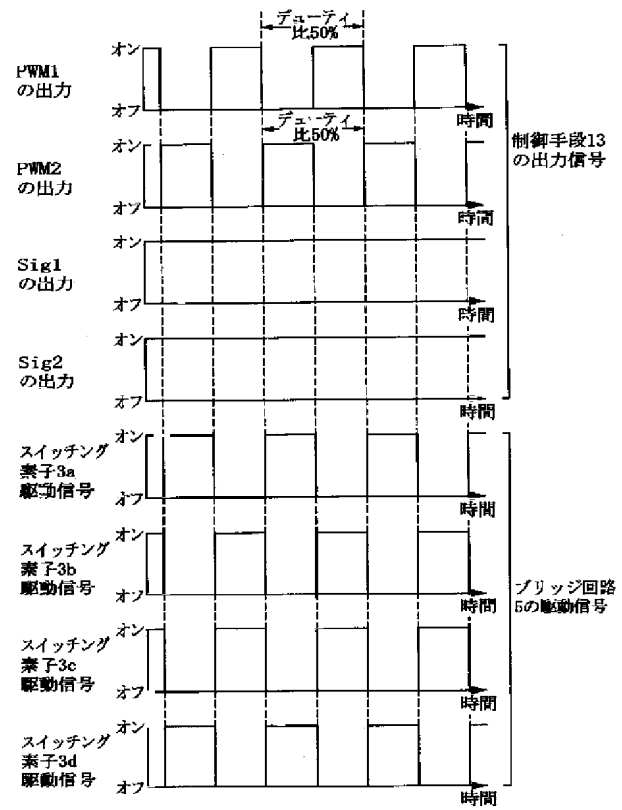
【図11】



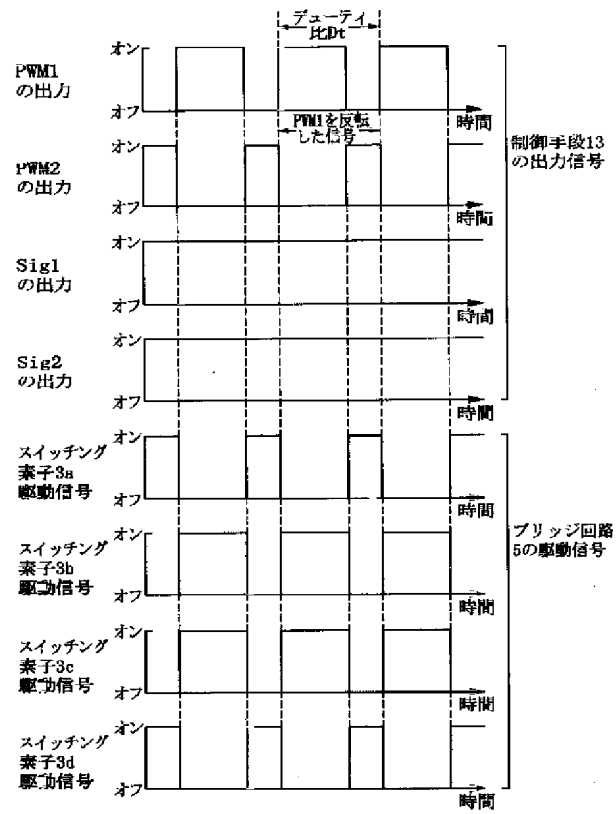
【図12】



【図13】

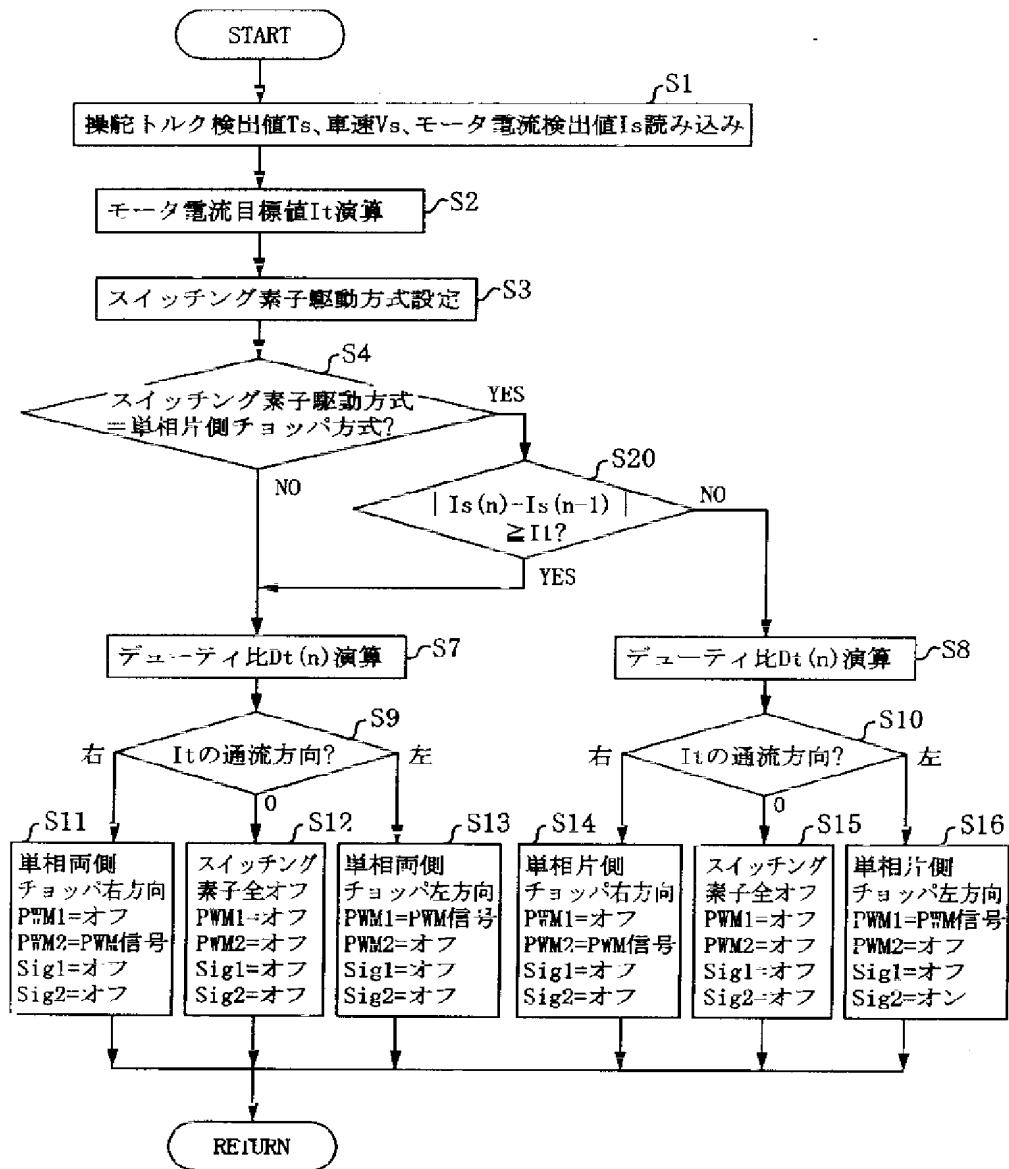


【図14】

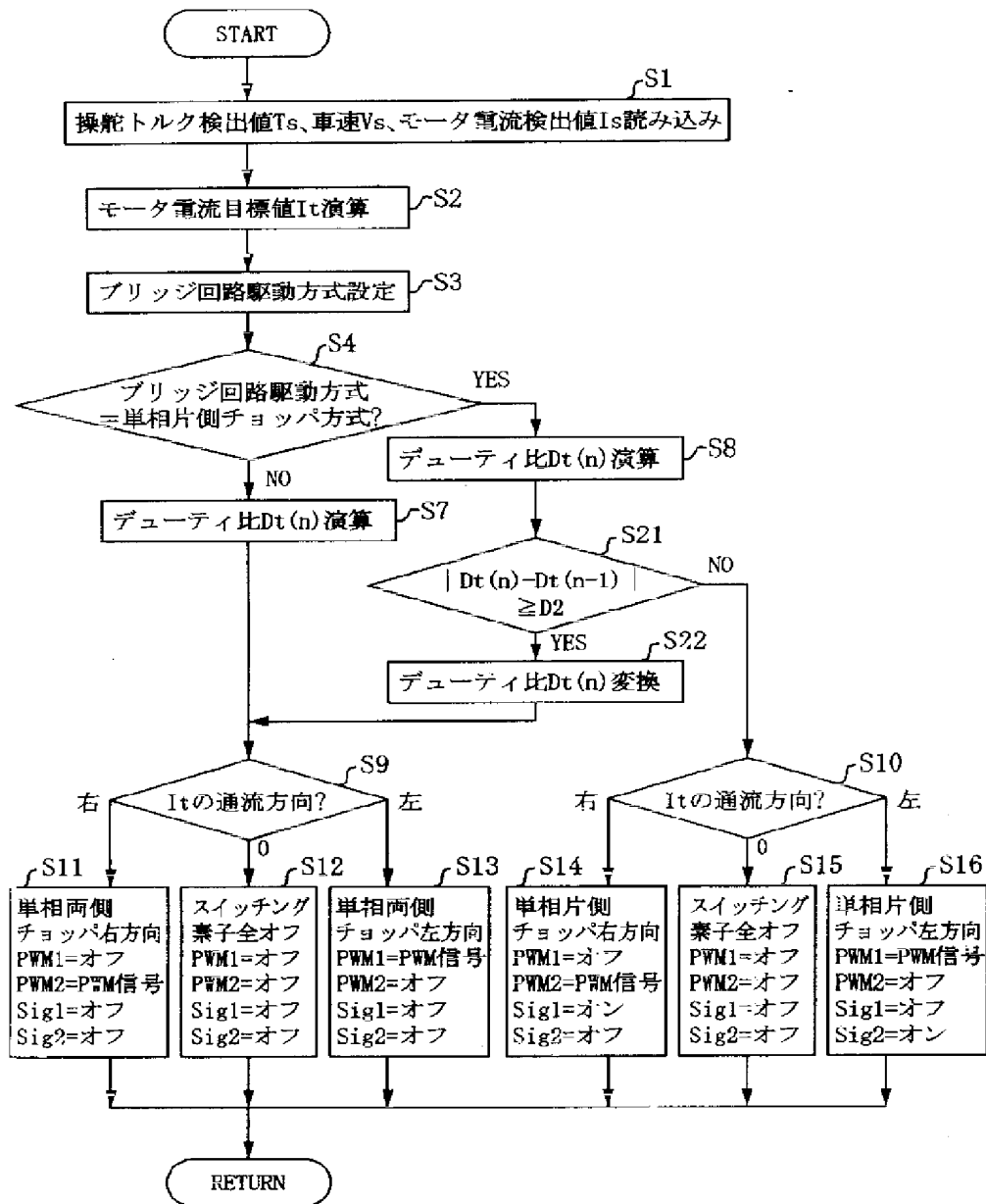




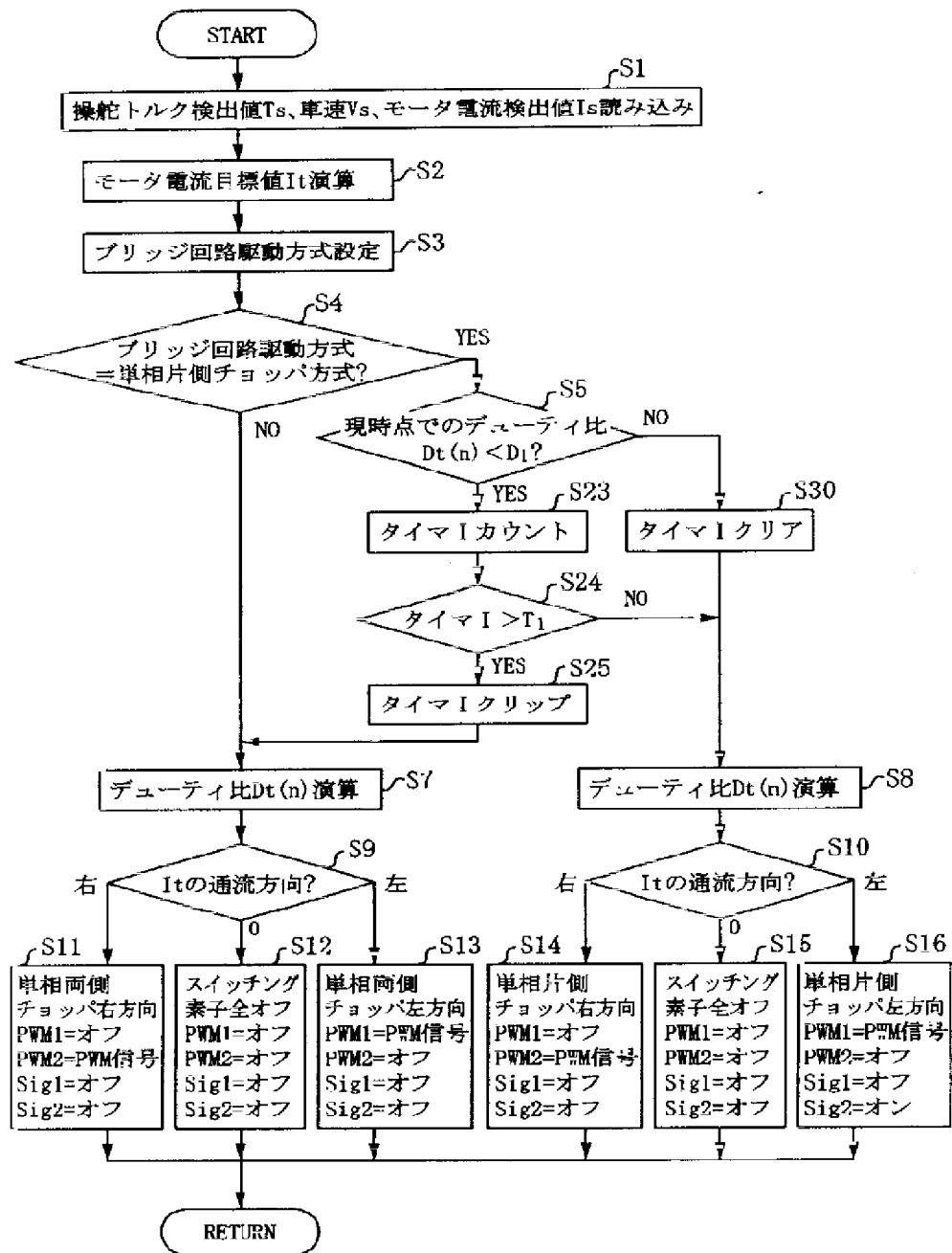
【図15】



【図16】



【図17】



【図18】

